

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-060605

(43)Date of publication of application : 28.02.2003

(51)Int.Cl.

H04J 11/00

(21)Application number : 2001-246547

(71)Applicant : NIPPON TELEGR & TELEPH CORP
<NTT>

(22)Date of filing : 15.08.2001

(72)Inventor : MOCHIZUKI NOBUAKI
KAGAMI OSAMU
HOJO HIROSHI
OTA ATSUSHI

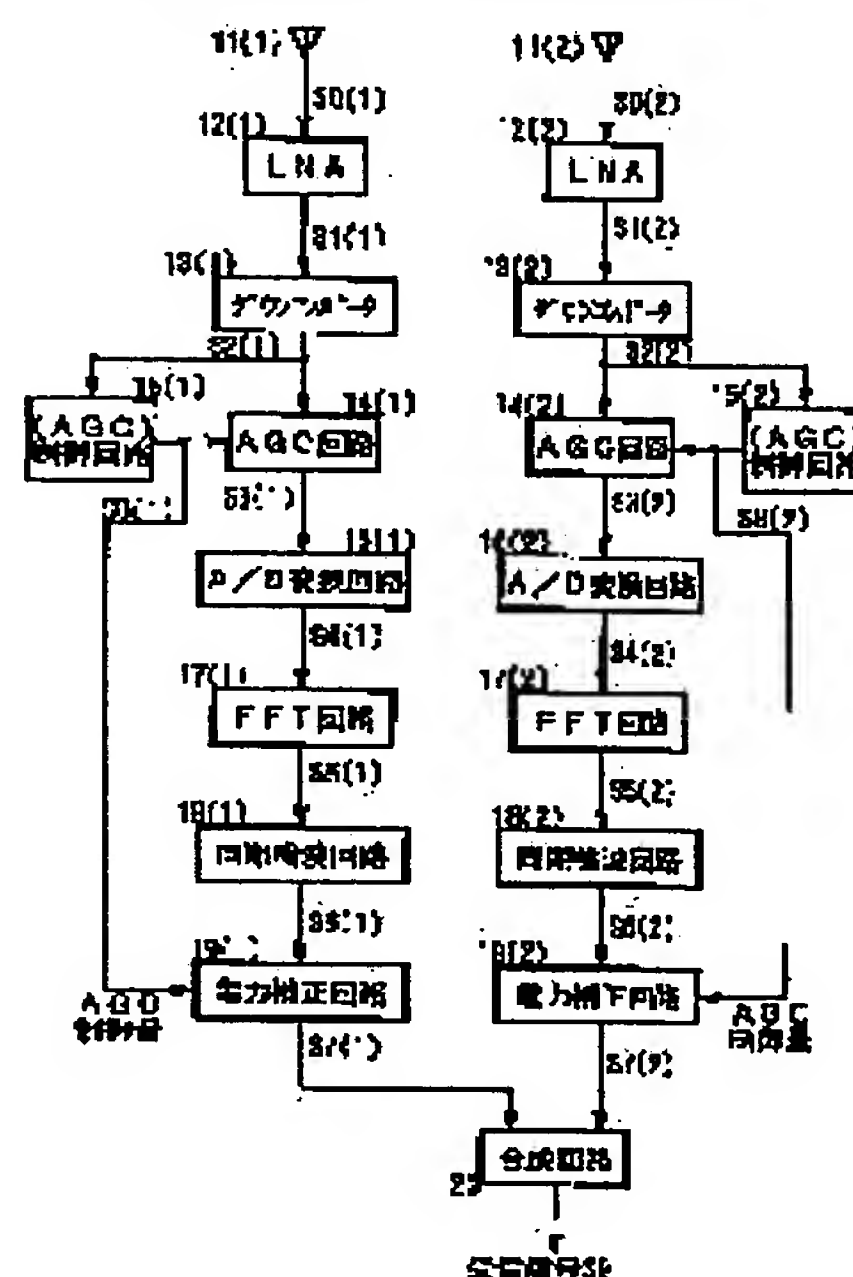
(54) OFDM SIGNAL RECEPTION CIRCUIT AND OFDM SIGNAL TRANSMISSION/RECEPTION CIRCUIT

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a sufficiently large diversity gain without increasing quantization errors even if difference in reception power among antenna groups is extremely large, and to select an optimum antenna for each subcarrier frequency in an OFDM signal reception circuit and an OFDM signal transmission/reception circuit.

SOLUTION: There are an AGC control circuit 15 for obtaining the amount of gain control, an AGC circuit 14 for correcting signal power by the amount of gain control, an A/D conversion circuit 16, a Fourier transform circuit 17 connected to the output of the A/D conversion circuit 16, a synchronous detection circuit 18 for fitting the phase of each outputted subcarrier signal to each phasing environment for correction, and a power correction circuit 19 for correcting the power of the subcarrier signal outputted from the synchronous detection circuit 18 by the amount of gain control in each antenna group. A reception signal synthesis circuit 20 is provided, where the reception signal synthesis circuit 20 synthesizes the subcarrier signal outputted from the power correction circuit 19 of a plurality of antenna groups for each frequency of subcarrier.

図1の受信機能のOFDM信号受信回路の構成



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 27.10.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-60605

(P2003-60605A)

(43) 公開日 平成15年2月28日 (2003.2.28)

(51) Int.Cl.⁷

H 0 4 J 11/00

識別記号

F I

H 0 4 J 11/00

データベース (参考)

Z 5 K 0 2 2

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2001-246547 (P2001-246547)

(22) 出願日 平成13年8月15日 (2001.8.15)

(71) 出願人 000004226

日本電信電話株式会社

東京都千代田区大手町二丁目3番1号

(72) 発明者 望月 伸晃

東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日

本電信電話株式会社内

(72) 発明者 加々見 修

東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日

本電信電話株式会社内

(74) 代理人 100072718

弁理士 古谷 史旺

最終頁に続く

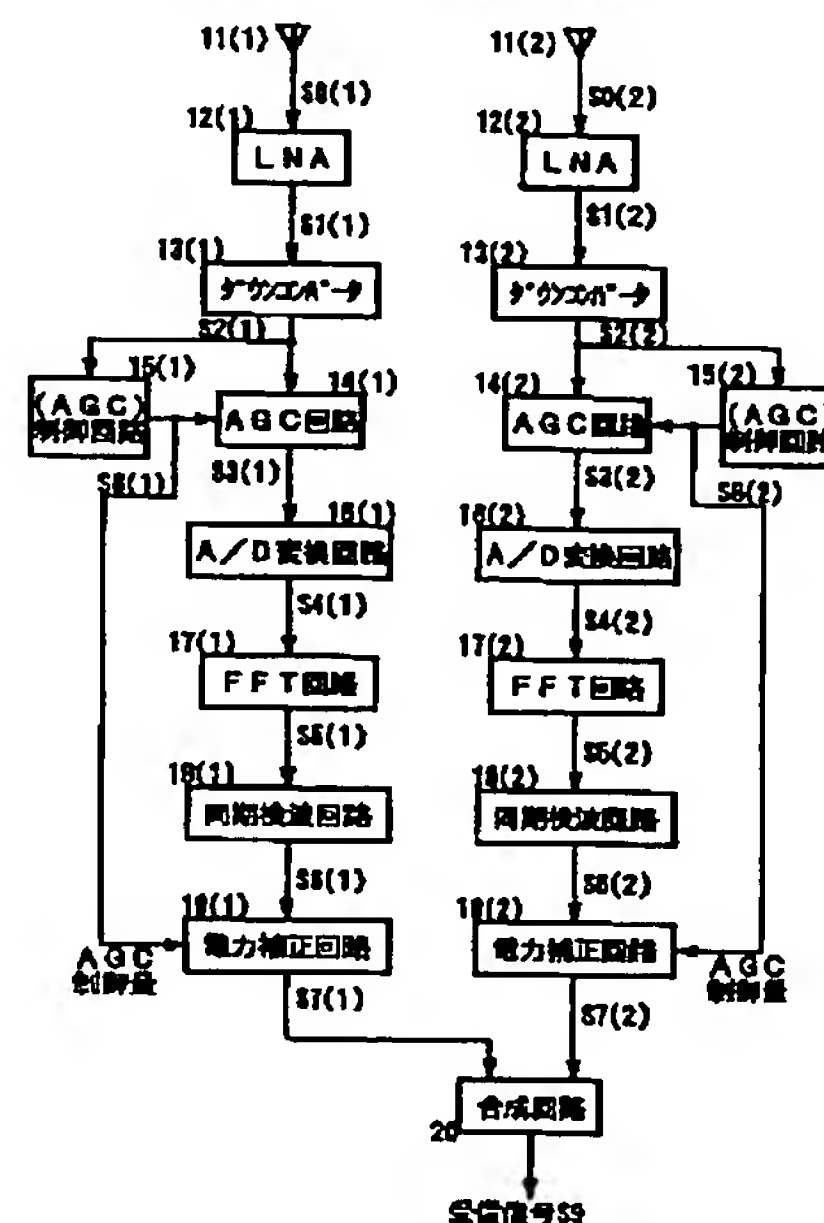
(54) 【発明の名称】 OFDM信号受信回路及びOFDM信号送受信回路

(57) 【要約】

【課題】 本発明はOFDM信号受信回路及びOFDM信号送受信回路においてアンテナ系列間の受信電力の差が非常に大きい場合であっても量子化誤差を増大させることなく十分に大きなダイバーシティ利得を得ること並びにサブキャリア周波数毎に最適なアンテナの選択を可能にすることを目的とする。

【解決手段】 ゲイン制御量を求めるAGC制御回路15と前記ゲイン制御量を用いて信号電力を補正するAGC回路14とA/D変換回路16とその出力に接続されたフーリエ変換回路17と出力される各サブキャリア信号の位相をそれぞれのフェージング環境に合わせて修正する同期検波回路18と前記ゲイン制御量を用いて同期検波回路18から出力されるサブキャリア信号の電力を補正する電力補正回路19とを各アンテナ系列に設け、複数アンテナ系列の電力補正回路19から出力されるサブキャリア信号をサブキャリアの周波数毎に合成する受信信号合成回路20を設ける。

第1の実施の形態のOFDM信号受信回路の構成



【特許請求の範囲】

【請求項１】 複数のアンテナを用いてOFDM信号を受信するOFDM信号受信回路において、
受信したOFDM信号の電力測定結果に基づいて、所望のゲイン制御量を求めるAGC制御回路と、
前記ゲイン制御量を用いて受信した前記OFDM信号の電力を補正するAGC回路と、
前記AGC回路から出力される信号をデジタル信号に変換するA/D変換回路と、
前記A/D変換回路から出力されるデジタル信号を時間領域から周波数領域に変換して、複数のサブキャリア信号に分離するフーリエ変換回路と、
前記フーリエ変換回路から出力される各サブキャリア信号の位相をそれぞれのフェージング環境に合わせて修正する同期検波回路と、
前記ゲイン制御量を用いて前記同期検波回路から出力されるサブキャリア信号の電力を補正する電力補正回路とを前記複数のアンテナのそれぞれの系列に設けるとともに、
複数アンテナ系列の前記電力補正回路からそれぞれ出力されるサブキャリア信号をサブキャリアの周波数毎に合成する受信信号合成回路を設けたことを特徴とするOFDM信号受信回路。

【請求項２】 複数のアンテナを用いてOFDM信号を受信するOFDM信号受信回路において、
受信したOFDM信号の電力測定結果に基づいて、所望のゲイン制御量を求めるAGC制御回路と、
前記ゲイン制御量を用いて受信した前記OFDM信号の電力を補正するAGC回路と、
前記AGC回路から出力される信号をデジタル信号に変換するA/D変換回路と、
前記A/D変換回路から出力されるデジタル信号を時間領域から周波数領域に変換して、複数のサブキャリア信号に分離するフーリエ変換回路と、
前記フーリエ変換回路から出力される各サブキャリア信号の位相をそれぞれのフェージング環境に合わせて修正する同期検波回路と、
前記ゲイン制御量を用いて前記同期検波回路から出力されるサブキャリア信号の電力を補正する電力補正回路とを前記複数のアンテナのそれぞれの系列に設けるとともに、
前記複数アンテナ系列の全てについて前記電力補正回路から出力されるサブキャリア信号の信号品質を測定し、その測定結果に基づいて、サブキャリア周波数毎に望ましい信号品質が得られるアンテナを選択するアンテナ選択回路を設けたことを特徴とするOFDM信号受信回路。

【請求項３】 請求項２のOFDM信号受信回路において、前記複数系列の各電力補正回路から出力される複数組のサブキャリア信号の中から、前記アンテナ選択回路

の出力するアンテナ選択信号に基づいて、望ましいサブキャリア信号をサブキャリア周波数毎に選択するサブキャリア選択回路を更に設けたことを特徴とするOFDM信号受信回路。

【請求項４】 請求項２のOFDM信号受信回路と、複数のアンテナを用いてOFDM信号を送信するOFDM信号送信回路とを備えるOFDM信号送受信回路において、
前記OFDM信号受信回路の前記アンテナ選択回路から出力されるアンテナ選択信号に基づいて、前記OFDM信号送信回路から出力されるOFDM信号をサブキャリア信号毎に望ましい信号品質が得られるアンテナ系列に振り分けるアンテナ振り分け回路を設けたことを特徴とするOFDM信号送受信回路。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【発明の属する技術分野】 本発明は、デジタル無線通信で用いられる直交周波数多重（OFDM：Orthogonal Frequency Division Multiplexing）信号を受信するOFDM信号受信回路及びOFDM信号送受信回路に関し、特に送信及び受信のダイバーシチ技術に関する。

【０００２】

【従来の技術】 複数のアンテナを用いるOFDM信号伝送では、一般にフェージングの影響を軽減するための受信ダイバーシチ技術として、最大比合成方法や同位相合成方法が用いられている。最大比合成方法の場合、OFDM受信回路ではアンテナ系列間の受信電力の絶対値を保持したまま、サブキャリア毎に受信信号を合成する必要があるため、レベル補正をアンテナ間で共通に行い、その補正量は受信電力が最大となる受信信号のレベル補正值にする必要がある。

【０００３】 また同相合成方法の場合、OFDM受信回路ではアンテナ系列間の受信信号の位相状態を同相にする必要があるため、レベル補正は各アンテナ系列毎に行い、その補正量にはアンテナ系列毎に個別の値を用いている。ここでは、レベル補正をアンテナ系列毎に行う後者の従来技術について図６を用いて説明する。受信アンテナ１１１によりOFDM信号が受信される。受信されたOFDM信号Ｓ１０はLNA（低雑音増幅器）１１２に入力される。LNA１１２はOFDM信号Ｓ１０を増幅した信号Ｓ１１を出力する。LNA１１２の出力信号Ｓ１１はダウンコンバータ１１３に入力される。ダウンコンバータ１１３はRF（高周波）帯の信号Ｓ１１をIF（中間周波数）帯の信号Ｓ１２に変換する。

【０００４】 信号Ｓ１２はAGC（自動ゲイン制御）制御量を生成する制御回路１１５及びAGC回路１１４に入力される。制御回路１１５は信号Ｓ１２の電力を測定し、それを所望の電力値にするために必要なAGC制御量を算出し、AGC回路１１４に出力する。AGC回路１１４は制御回路１１５によって算出されたAGC制御

量を信号S 1 2に乗算した信号S 1 3を出力する。出力信号S 1 3はA/D（アナログ/デジタル）変換回路1 1 6に入力される。A/D変換回路1 1 6は、信号S 1 3を所定のサンプリング周期で量子化したデジタル信号S 1 4を出力する。

【0 0 0 5】デジタル信号S 1 4は、フーリエ変換回路（FFT）1 1 7に入力される。フーリエ変換回路1 1 7ではフーリエ変換を行い、時間領域の信号として入力されるデジタル信号S 1 4をサブキャリア周波数毎に分割した信号S 1 5を出力する。出力信号S 1 5は同期検波回路1 1 8に入力される。同期検波回路1 1 8はフェージング環境により変動したサブキャリア毎の信号の位相回転量を検出し、すべてのアンテナ系列において互いに同相状態になるように位相を制御した信号S 1 6を出力する。

【0 0 0 6】出力信号S 1 6は2系列の受信信号を合成する合成回路1 2 0に入力される。合成回路1 2 0は各アンテナ系列からの信号S 1 6 (1), S 1 6 (2)をサブキャリア毎に同相合成した信号を出力する。

【0 0 0 7】

【発明が解決しようとする課題】高速フェージング環境下では、一般的に伝搬路の空間相関が低いため同一信号の受信電力がアンテナ毎に大きく異なることがある。このような状況においては、受信電力の高いアンテナ系列にAGC制御量を合わせ、全アンテナ系列で共通のAGC制御を行うと、受信電力の低いアンテナ系列の信号はA/D変換において量子化誤差が増大してしまう。

【0 0 0 8】例えば、アンテナ間の受信電力の差が1 0 d Bあった場合、低い方のA/D変換でのダイナミックレンジも1 0 d B落ち、A/D変換後のビット数は3ビット程度低い値になる。その結果、最大比合成方法を用いて受信信号を合成する場合、誤り率特性を劣化させてしまうという問題がある。また、アンテナ系列毎にAGC制御を行う場合、受信電力の低いアンテナ系列の雑音電力を過剰に増幅させてしまうため、誤り率特性を劣化させてしまうという問題がある。

【0 0 0 9】更に、サブキャリア周波数毎に最適なアンテナを選択する選択ダイバーシチや、そのアンテナ選択情報を用いて送信時に用いるアンテナをサブキャリア周波数毎に振り分ける送信ダイバーシチを行う場合には、アンテナ系列毎の実伝搬路の状況を正しく判断できないという問題がある。本発明は、上述のようなOFDM信号受信回路及びOFDM信号送受信回路において、アンテナ系列間の受信電力の差が非常に大きい場合であっても、量子化誤差を増大させることなく十分に大きなダイバーシチ利得を得ること並びにサブキャリア周波数毎に最適なアンテナの選択を可能にすることを目的とする。

【0 0 1 0】

【課題を解決するための手段】請求項1は、複数のアンテナを用いてOFDM信号を受信するOFDM信号受信

回路において、受信したOFDM信号の電力測定結果に基づいて、所望のゲイン制御量を求めるAGC制御回路と、前記ゲイン制御量を用いて受信した前記OFDM信号の電力を補正するAGC回路と、前記AGC回路から出力される信号をデジタル信号に変換するA/D変換回路と、前記A/D変換回路から出力されるデジタル信号を時間領域から周波数領域に変換して、複数のサブキャリア信号に分離するフーリエ変換回路と、前記フーリエ変換回路から出力される各サブキャリア信号の位相をそれぞれのフェージング環境に合わせて修正する同期検波回路と、前記ゲイン制御量を用いて前記同期検波回路から出力されるサブキャリア信号の電力を補正する電力補正回路とを前記複数のアンテナのそれぞれの系列に設けるとともに、複数のアンテナ系列の前記電力補正回路からそれぞれ出力されるサブキャリア信号をサブキャリアの周波数毎に合成する受信信号合成回路を設けたことを特徴とする。

【0 0 1 1】請求項1においては、アンテナの系列毎に独立して自動ゲイン制御を行うので、A/D変換回路の入力における信号レベルを十分に大きくすることができ、量子化誤差の増大を避けることができる。また、AGC制御回路の求めたゲイン制御量を用いてアンテナの系列毎に電力補正回路で信号電力を補正するので、自動ゲイン制御を行う前の受信電力を電力補正回路の出力で再現することができる。従って、複数のアンテナで受信した信号電力に差が生じてしまった場合でも、アンテナ系列間の受信電力比をそのまま反映するような信号を各系列の電力補正回路から取り出すことができる。

【0 0 1 2】例えば、特定の系列でアンテナの受信電力が小さくなり、自動ゲイン制御によって他の系列と比べて必要以上に電力が増幅された場合には、その信号の電力を減衰させることにより信号に含まれる雑音電力成分の影響を抑制できる。受信信号合成回路は複数のアンテナ系列の前記電力補正回路からそれぞれ出力されるサブキャリア信号をサブキャリアの周波数毎に合成するので、雑音電力の影響を低減し、十分に大きな受信ダイバーシチ利得を得ることができる。

【0 0 1 3】請求項2は、複数のアンテナを用いてOFDM信号を受信するOFDM信号受信回路において、受信したOFDM信号の電力測定結果に基づいて、所望のゲイン制御量を求めるAGC制御回路と、前記ゲイン制御量を用いて受信した前記OFDM信号の電力を補正するAGC回路と、前記AGC回路から出力される信号をデジタル信号に変換するA/D変換回路と、前記A/D変換回路から出力されるデジタル信号を時間領域から周波数領域に変換して、複数のサブキャリア信号に分離するフーリエ変換回路と、前記フーリエ変換回路から出力される各サブキャリア信号の位相をそれぞれのフェージング環境に合わせて修正する同期検波回路と、前記ゲイン制御量を用いて前記同期検波回路から出力される

サブキャリア信号の電力を補正する電力補正回路とを前記複数のアンテナのそれぞれの系列に設けるとともに、前記複数アンテナ系列の全てについて前記電力補正回路から出力されるサブキャリア信号の信号品質を測定し、その測定結果に基づいて、サブキャリア周波数毎に望ましい信号品質が得られるアンテナを選択するアンテナ選択回路を設けたことを特徴とする。

【0014】請求項2においては、アンテナの系列毎に独立して自動ゲイン制御を行うので、A/D変換回路の入力における信号レベルを十分に大きくすることができ、量子化誤差の増大を避けることができる。

【0015】また、AGC制御回路の求めたゲイン制御量を用いてアンテナの系列毎に電力補正回路で信号電力を補正するので、自動ゲイン制御を行う前の受信電力を電力補正回路の出力で再現することができる。従って、複数のアンテナで受信した信号電力に差が生じてしまった場合でも、アンテナ系列間の受信電力比をそのまま反映するような信号を各系列の電力補正回路から取り出すことができる。

【0016】例えば、特定の系列でアンテナの受信電力が小さくなり、自動ゲイン制御によって他の系列と比べて必要以上に電力が増幅された場合には、その信号の電力を減衰させることにより信号に含まれる雑音電力成分の影響を抑制できる。各系列の電力補正回路から出力される信号を処理することにより、受信信号のサブキャリア毎に実際の受信電力を把握し、その信号品質をそれぞれのアンテナ系列について識別することができる。すなわち、アンテナ選択回路は、前記複数アンテナ系列の全てについて前記電力補正回路から出力されるサブキャリア信号の信号品質を測定し、その測定結果に基づいてサブキャリア周波数毎に望ましい信号品質が得られるアンテナを選択する。

【0017】従って、雑音電力の影響を低減することができ、最適なアンテナをサブキャリア毎に選択できるので、十分に大きな受信ダイバーシチ利得が得られる。請求項3は、請求項2のOFDM信号受信回路において、前記複数系列の各電力補正回路から出力される複数組のサブキャリア信号の中から、前記アンテナ選択回路の出力するアンテナ選択信号に基づいて、望ましいサブキャリア信号をサブキャリア周波数毎に選択するサブキャリア選択回路を更に設けたことを特徴とする。

【0018】前記アンテナ選択回路が出力するアンテナ選択信号は、アンテナにおける受信電力が最大のアンテナ系列、すなわち品質が最良の受信信号が得られる系列を表す。従って、前記アンテナ選択回路が出力するアンテナ選択信号を用いることにより、複数系列の各電力補正回路から出力される複数組のサブキャリア信号の中から、品質が最良になるサブキャリア信号をサブキャリア周波数毎に選択することができる。

【0019】従って、雑音電力の影響を低減することが

でき、サブキャリア毎に最適なアンテナ系列の信号を用いて受信信号を生成できるので、十分に大きな受信ダイバーシチ利得が得られる。請求項4は、請求項2のOFDM信号受信回路と複数のアンテナを用いてOFDM信号を送信するOFDM信号送信回路とを備えるOFDM信号送受信回路において、前記OFDM信号受信回路の前記アンテナ選択回路から出力されるアンテナ選択信号に基づいて、前記OFDM信号送信回路から出力されるOFDM信号をサブキャリア信号毎に望ましい信号品質が得られるアンテナ系列に振り分けるアンテナ振り分け回路を設けたことを特徴とする。

【0020】請求項4においては、OFDM信号受信回路のアンテナ選択回路から出力されるアンテナ選択信号を用いて、送信信号の各送信アンテナ系列への振り分けをサブキャリア周波数毎に行う。受信側の複数系列のアンテナと送信側の複数系列のアンテナとの位置関係からそれらの伝搬路の間に相関がある場合には、受信信号に基づいて生成されたアンテナ選択信号を用いて、送信側の最適なアンテナを選択することができる。

【0021】従って、請求項2と同様に受信側の雑音電力の影響を低減することができ、サブキャリア毎に最適なアンテナ系列に送信信号を振り分けて送信することができるので、十分に大きな送信ダイバーシチ利得が得られる。

【0022】

【発明の実施の形態】（第1の実施の形態）本発明のOFDM信号受信回路の1つの実施の形態について、図1及び図5を参照して説明する。この形態は請求項1に対応する。

【0023】図1はこの形態のOFDM信号受信回路の構成を示すブロック図である。図5はOFDM信号電力の例を示す模式図である。この形態では、請求項1のAGC制御回路、AGC回路、A/D変換回路、フーリエ変換回路、同期検波回路、電力補正回路及び受信信号合成回路は、それぞれ制御回路15、AGC回路14、A/D変換回路16、フーリエ変換回路17、同期検波回路18、電力補正回路19及び合成回路20に対応する。

【0024】図1に示すOFDM信号受信回路は、無線信号としてOFDM信号を受信する装置に内蔵される。このOFDM信号受信回路は、独立した2つの受信用のアンテナ11(1)、11(2)を備えている。また、アンテナ11(1)、11(2)が受信した信号をそれぞれ独立した回路で処理するために、低雑音増幅回路(LNA)12、ダウンコンバータ13、AGC回路14、制御回路15、A/D変換回路16、フーリエ変換(FFT)回路17、同期検波回路18及び電力補正回路19が2つずつ備わっている。

【0025】アンテナ11(1)が受信した信号を処理する回路の機能とアンテナ11(2)が受信した信号を処理

する回路の機能とは同一である。また、アンテナ11(1)が受信した信号とアンテナ11(2)が受信した信号とを合成するために、合成回路20が備わっている。外部から電波として到来したOFDM信号は各アンテナ11(1)、11(2)でそれぞれ受信される。アンテナ11が受信したOFDM信号S0は、低雑音増幅回路12に入力され増幅される。

【0026】低雑音増幅回路12で増幅されたOFDM信号S1は、ダウンコンバータ13に入力され周波数変換される。すなわち、ダウンコンバータ13は高周波帯の受信信号を中間周波帯の信号S2に周波数変換する。ダウンコンバータ13が出力する信号S2は、AGC回路14及び制御回路15に入力される。制御回路15は、入力された信号S2の電力を測定し、その電力に基づいて、AGC回路14から出力される信号S3の電力を所望の電力値にするために必要なAGC制御量を算出し、このAGC制御量を制御信号S8として出力する。

【0027】AGC回路14は、入力される受信信号S2に制御信号S8のAGC制御量を乗算した結果を信号S3として出力する。この信号S3がA/D変換回路16に入力される。A/D変換回路16は、入力されるアナログの信号S3を所定のサンプリング周期で量子化しデジタルの信号S4に変換して出力する。図1に示すようにアンテナ11の系列毎に独立した回路で自動ゲイン制御を行う場合には、アンテナ11の受信電力の大小とは無関係に、A/D変換回路16に入力される信号S3の電力を一定にすることができる。従って、A/D変換回路16で発生する量子化誤差を低減できる。

【0028】A/D変換回路16が出力する信号S4はフーリエ変換回路17に入力される。フーリエ変換回路17は、信号S4に対してフーリエ変換を実行する。すなわち、時間領域の信号として入力される信号S4を周波数領域の信号に変換する。実際には、入力される信号S4において互いに周波数の異なる複数のサブキャリア成分が時間軸上に並んで配置されているので、フーリエ変換によって複数のサブキャリア成分をそれぞれの周波数毎に分離した信号S5を生成する。フーリエ変換回路17が出力する信号S5は同期検波回路18に入力される。

【0029】フェージング環境においては、受信されるOFDM信号に含まれるサブキャリア毎の各信号は周波数毎に位相が変動する可能性が高い。そこで、同期検波回路18は、サブキャリア毎に信号S5の位相変化量を検出し、全てのサブキャリア成分が基準位相と一致するように信号S5の位相を補正し補正後の信号S6を出力する。

【0030】この例では、同期検波回路18(1)、18(2)は出力する信号S6の位相を共通の基準位相に合わせるため、全てのアンテナ系列において信号S6の位相は同相になる。

【0031】同期検波回路18が出力する信号S6は電力補正回路19に入力される。電力補正回路19は、それと同じ系列の制御回路15から出力される制御信号S8のAGC制御量を用いて、入力される信号S6の電力を補正し、補正された信号S7を出力する。実際には、電力補正回路19はAGC回路14におけるゲイン制御と反対の補正を行い、ゲイン制御(AGC)を施す前の受信電力を信号S7において再現するように電力を補正する。

【0032】各アンテナ系列の電力補正回路19から出力される信号S6(1)、S6(2)は合成回路20に入力される。合成回路20は、サブキャリアの周波数毎に信号S6(1)、S6(2)を合成しその結果を受信信号S9として出力する。図1に示すOFDM信号受信回路において、各部の信号電力は例えば図5に示すようになる。図5において、 f_1 、 f_2 、 f_3 及び f_4 は各サブキャリアの周波数を表している。すなわち、受信したOFDM信号に4つのサブキャリアが含まれる場合を想定している。また、この例ではアンテナ(#1)の受信電力の方がアンテナ(#2)の受信電力より大きい場合を示している。

【0033】この例では、それぞれのアンテナが受信した信号S0(1)、S0(2)の電力に差が生じているが、自動ゲイン制御(AGC)をアンテナ系列毎に独立して行うので、AGCの出力側では系列間の信号電力の差がほとんどなくなる。すなわち、図5においてアンテナ(#1)側のフーリエ変換回路出力の信号S5と、アンテナ(#2)側のフーリエ変換回路出力の信号S5とは信号電力がほぼ同等になっている。

【0034】このような自動ゲイン制御を行うことにより、A/D変換回路16の入力における信号電力を大きくすることができ、A/D変換回路16で発生する量子化誤差を低減できる。しかし、アンテナ毎に実際の受信電力が異なるので、AGC制御量もアンテナの系列毎に異なる。そのため、フーリエ変換回路出力の信号S5における雑音レベルもアンテナ系列毎に異なっている。

【0035】従って、AGCにより変更された信号電力に基づいて複数のアンテナ系列の信号をそのまま合成する場合には、過剰に増幅された雑音の影響を受け、誤り率特性が劣化する可能性がある。電力補正回路19は各系列の制御回路15で個別に算出されたAGC制御量を用いて信号の電力補正を行うので、電力補正回路19の出力に現れる信号S7の信号電力はAGC処理前の受信信号電力(S0)と同等になる。特に、アンテナ系列間の受信電力の差が信号S7に反映される。

【0036】従って、各アンテナ系列の電力補正回路19からそれぞれ出力される信号S7を合成することにより、雑音信号電力の影響を抑制した合成結果を得ることができる。なお、この形態では2つのアンテナ11を用いる場合を示してあるが、3以上のアンテナを用いる場

合にも本発明は適用できる。

【0037】（第2の実施の形態）本発明のOFDM信号受信回路の1つの実施の形態について、図2を参照して説明する。この形態は請求項2に対応する。図2はこの形態のOFDM信号受信回路の構成を示すブロック図である。この形態は、第1の実施の形態の変形例である。図2において図1と対応する要素は同一の符号を付けて示してある。第1の実施の形態と同一の部分については、以下の説明を省略する。

【0038】この形態では、請求項2のAGC制御回路、AGC回路、A/D変換回路、フーリエ変換回路、同期検波回路、電力補正回路及びアンテナ選択回路は、制御回路15、AGC回路14、A/D変換回路16、フーリエ変換回路17、同期検波回路18、電力補正回路19及びアンテナ選択回路21に対応する。

【0039】第1の実施の形態と同様に、図2に示すOFDM信号受信回路は受信装置に内蔵される。図2のOFDM信号受信回路には、アンテナ11、低雑音増幅回路12、ダウンコンバータ13、AGC回路14、制御回路15、A/D変換回路16、フーリエ変換回路17、同期検波回路18、電力補正回路19及びアンテナ選択回路21が備わっている。

【0040】また、第1の実施の形態と同様に、アンテナ11で受信された受信信号S0は、低雑音増幅回路12で増幅され、ダウンコンバータ13で周波数変換され、AGC回路14で信号電力を調整され、A/D変換回路16でデジタルの信号S4に変換される。更に、信号S4はフーリエ変換回路17でフーリエ変換され、OFDM信号に含まれる各サブキャリア周波数毎に分離される。同期検波回路18は、フーリエ変換回路17から出力される信号S6を入力し、フェージング環境によって変動したサブキャリア毎の信号の位相変化を補償する。同期検波回路18の出力には、全てのアンテナ系列において同相状態になるように位相が制御された信号S6が出力される。

【0041】同期検波回路18が出力する信号S6は電力補正回路19に入力される。電力補正回路19は、それと同じ系列の制御回路15から出力される制御信号S8のAGC制御量を用いて、入力される信号S6の電力を補正し、補正された信号S7を出力する。すなわち、電力補正回路19はAGC回路14におけるゲイン制御と反対の補正を行い、ゲイン制御（AGC）を施す前の受信電力を信号S7において再現するように電力を補正する。

【0042】アンテナ選択回路21は、各アンテナ系列の電力補正回路19から出力される信号S7(1)、S7(2)のそれぞれの品質をサブキャリア周波数毎に測定し、サブキャリア周波数毎に最良な通信品質が得られるアンテナを示すアンテナ選択信号S10を出力する。

【0043】アンテナ選択信号S10を用いることによ

り、受信信号のサブキャリア毎に最良なアンテナを選択することができる。

（第3の実施の形態）本発明のOFDM信号受信回路の1つの実施の形態について、図3を参照して説明する。この形態は請求項3に対応する。

【0044】図3はこの形態のOFDM信号受信回路の構成を示すブロック図である。この形態は、第2の実施の形態の変形例である。図3において図2と対応する要素は同一の符号を付けて示してある。第2の実施の形態と同一の部分については、以下の説明を省略する。この形態では、請求項3のサブキャリア選択回路はサブキャリア選択回路22に対応する。

【0045】図3のOFDM信号受信回路においては、サブキャリア選択回路22が追加された点のみが図2と異なっている。各アンテナ系統の電力補正回路19から出力される信号S7(1)、S7(2)は、アンテナ選択回路21及びサブキャリア選択回路22のそれぞれに入力される。第2の実施の形態と同様に、アンテナ選択回路21はサブキャリア周波数毎に最良な通信品質が得られるアンテナを示すアンテナ選択信号S10を出力する。

【0046】サブキャリア選択回路22は、アンテナ選択回路21が出力するアンテナ選択信号S10を用いて、全アンテナ系列の信号S7(1)、S7(2)の中から信号品質が最適なサブキャリア信号をサブキャリア周波数毎に選択し受信信号S12として出力する。

（第4の実施の形態）本発明のOFDM信号送受信回路の1つの実施の形態について、図4を参照して説明する。この形態は請求項4に対応する。

【0047】図4はこの形態のOFDM信号送受信回路の構成を示すブロック図である。この形態では、第2の実施の形態のOFDM信号受信回路と同じ回路を利用している。図4において図2と対応する要素は同一の符号を付けて示してある。図2と同一の部分については、以下の説明を省略する。この形態では、請求項4のアンテナ選択回路及びアンテナ振り分け回路は、それぞれアンテナ選択回路31及びアンテナ振り分け回路41に対応する。

【0048】図4に示すように、このOFDM信号送受信回路は、OFDM信号受信回路とOFDM信号送信回路40とを備えている。OFDM信号受信回路に接続されたアンテナ選択回路31は、入力される信号S7(1)、S7(2)に基づいて、サブキャリア周波数毎に最良な通信品質が得られるアンテナを示すアンテナ選択信号S22を出力する。

【0049】合成回路32は、アンテナ選択回路31が出力するアンテナ選択信号S22を用いて、サブキャリア周波数毎に信号S7(1)、S7(2)を合成し、受信信号S21を生成する。なお、合成回路32の代わりに図3のサブキャリア選択回路22を用いてもよい。OFDM信号送信回路40は、送信用の2つのアンテナ47

(1), 47(2)のそれぞれの系列毎に、独立した送信信号処理回路を備えている。各系列の送信信号処理回路は、逆フーリエ変換(IFFT)回路42, GI(ガードインターバル)挿入回路43, D/A(デジタル/アナログ)変換回路44, アップコンバータ45及び高周波電力増幅回路(HPA)46を備えている。

【0050】送信信号(OFDM信号)T6は、アンテナ振り分け回路41を介して2つの系統の送信信号処理回路に振り分けられる。アンテナ振り分け回路41は、アンテナ選択回路31が出力するアンテナ選択信号S2を用いて、サブキャリア周波数毎に送信信号T6の振り分けを行う。

【0051】アンテナ振り分け回路41によって振り分けられた信号T5(1), T5(2)は、各系列の逆フーリエ変換回路42に入力される。逆フーリエ変換回路42は、逆フーリエ変換を行い、サブキャリア毎に分かれている入力される信号T5を時間領域の信号T4に変換して出力する。GI挿入回路43は、逆フーリエ変換回路42から出力される信号T4にガードインターバルを挿入する。ガードインターバルの挿入された信号T3がGI挿入回路43から出力される。

【0052】この信号T3はD/A変換回路44に入力され、アナログの信号T2に変換される。D/A変換回路44から出力される信号T2は、アップコンバータ45に入力される。アップコンバータ45は、周波数変換を行い中間周波数帯の信号T2を高周波帯の信号T1に変換する。信号T1は高周波電力増幅回路46で増幅され、信号T0としてアンテナ47に供給され送信される。

【0053】

【発明の効果】本発明のOFDM信号受信回路においては、複数のアンテナ系列を用いて空間ダイバーシチを行いOFDM信号を伝送する場合に、A/D変換における量子化誤差を低減するとともに、アンテナ間の実際の受信電力の違いを反映してサブキャリア毎に受信信号を適切に選択及び合成することができる。また、本発明のOFDM信号送受信回路においては、アンテナ間の受信電

力の差を考慮して送信ダイバーシチを行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1の実施の形態のOFDM信号受信回路の構成を示すブロック図である。

【図2】第2の実施の形態のOFDM信号受信回路の構成を示すブロック図である。

【図3】第3の実施の形態のOFDM信号受信回路の構成を示すブロック図である。

【図4】第4の実施の形態のOFDM信号送受信回路の構成を示すブロック図である。

【図5】OFDM信号電力の例を示す模式図である。

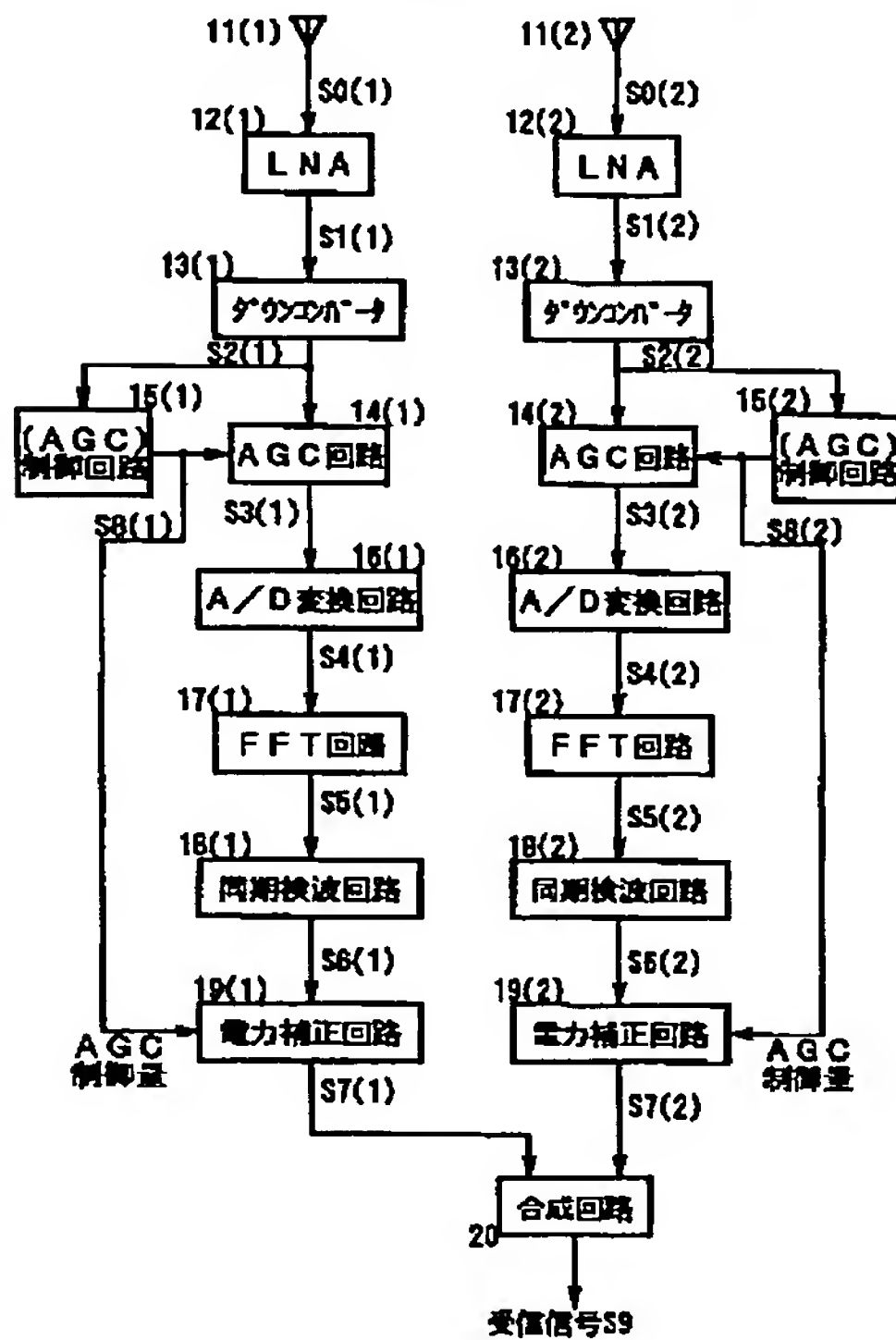
【図6】従来例のOFDM信号受信回路の構成を示すブロック図である。

【符号の説明】

- 11 アンテナ
- 12 低雑音増幅回路
- 13 ダウンコンバータ
- 14 AGC回路
- 15 制御回路
- 16 A/D変換回路
- 17 フーリエ変換回路
- 18 同期検波回路
- 19 電力補正回路
- 20 合成回路
- 21 アンテナ選択回路
- 22 サブキャリア選択回路
- 31 アンテナ選択回路
- 32 合成回路
- 40 OFDM信号送信回路
- 41 アンテナ振り分け回路
- 42 逆フーリエ変換回路
- 43 GI挿入回路
- 44 D/A変換回路
- 45 アップコンバータ
- 46 高周波電力増幅回路
- 47 アンテナ

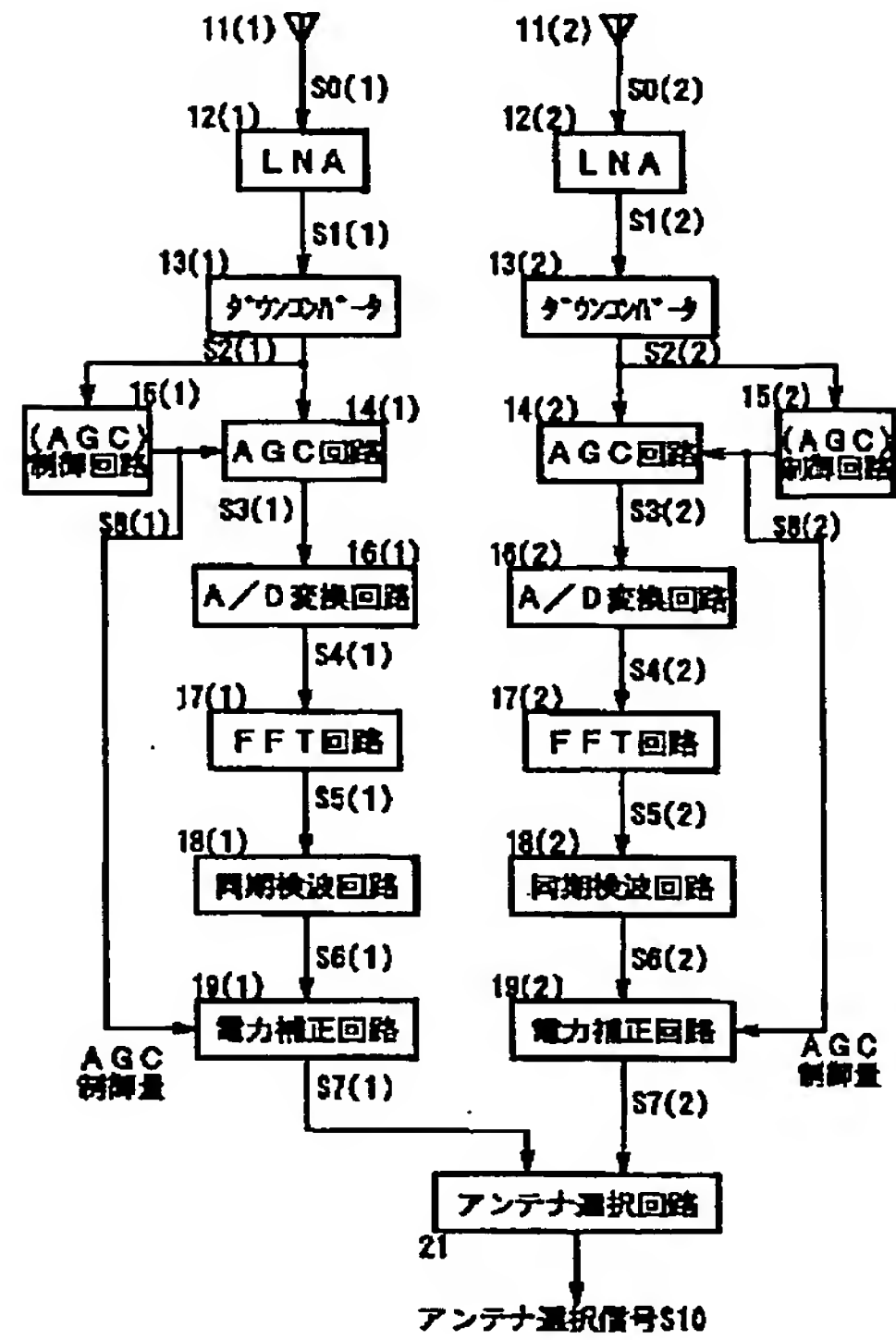
【図 1】

第1の実施の形態のOFDM信号受信回路の構成



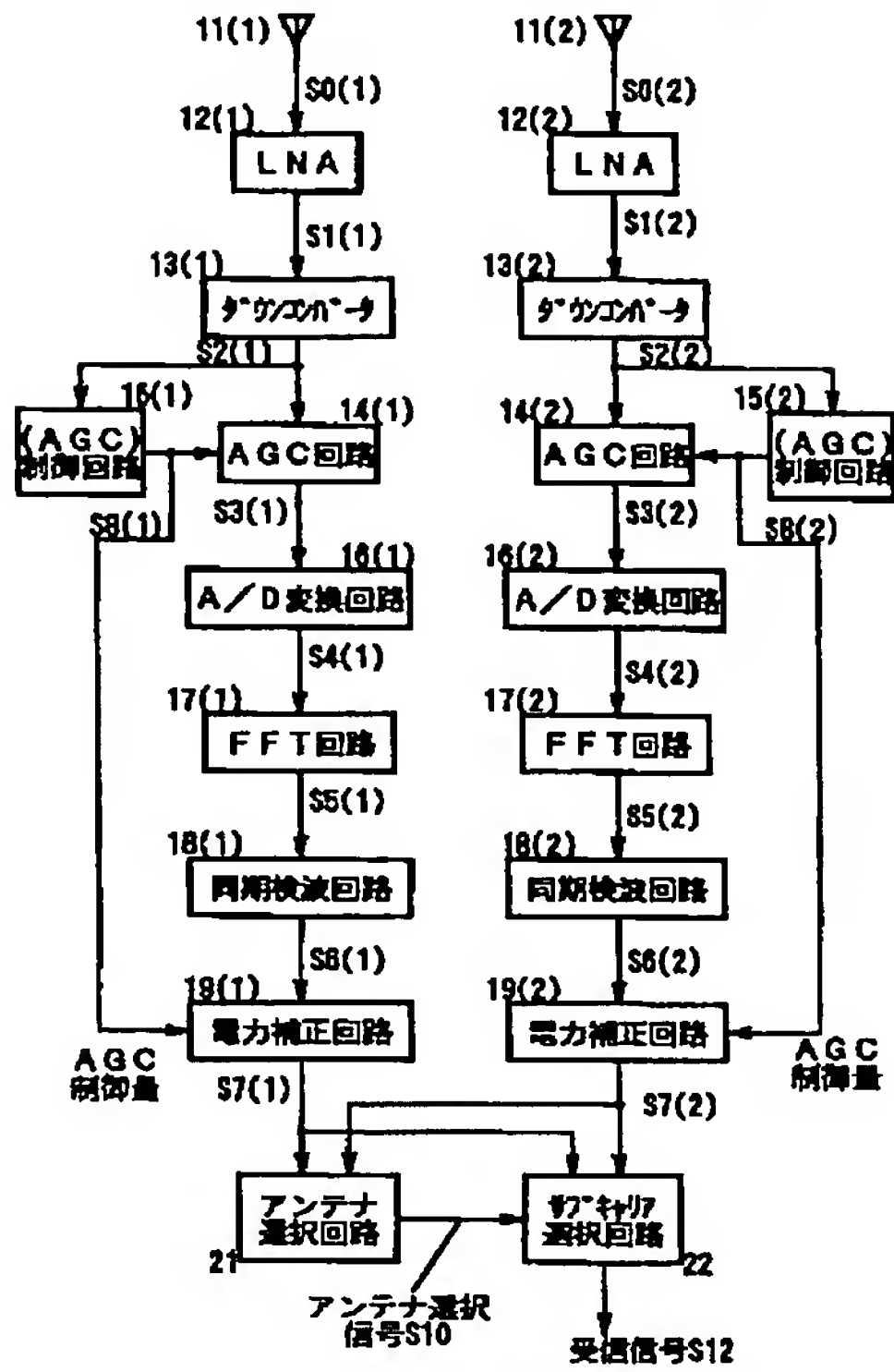
【図 2】

第2の実施の形態のOFDM信号受信回路の構成



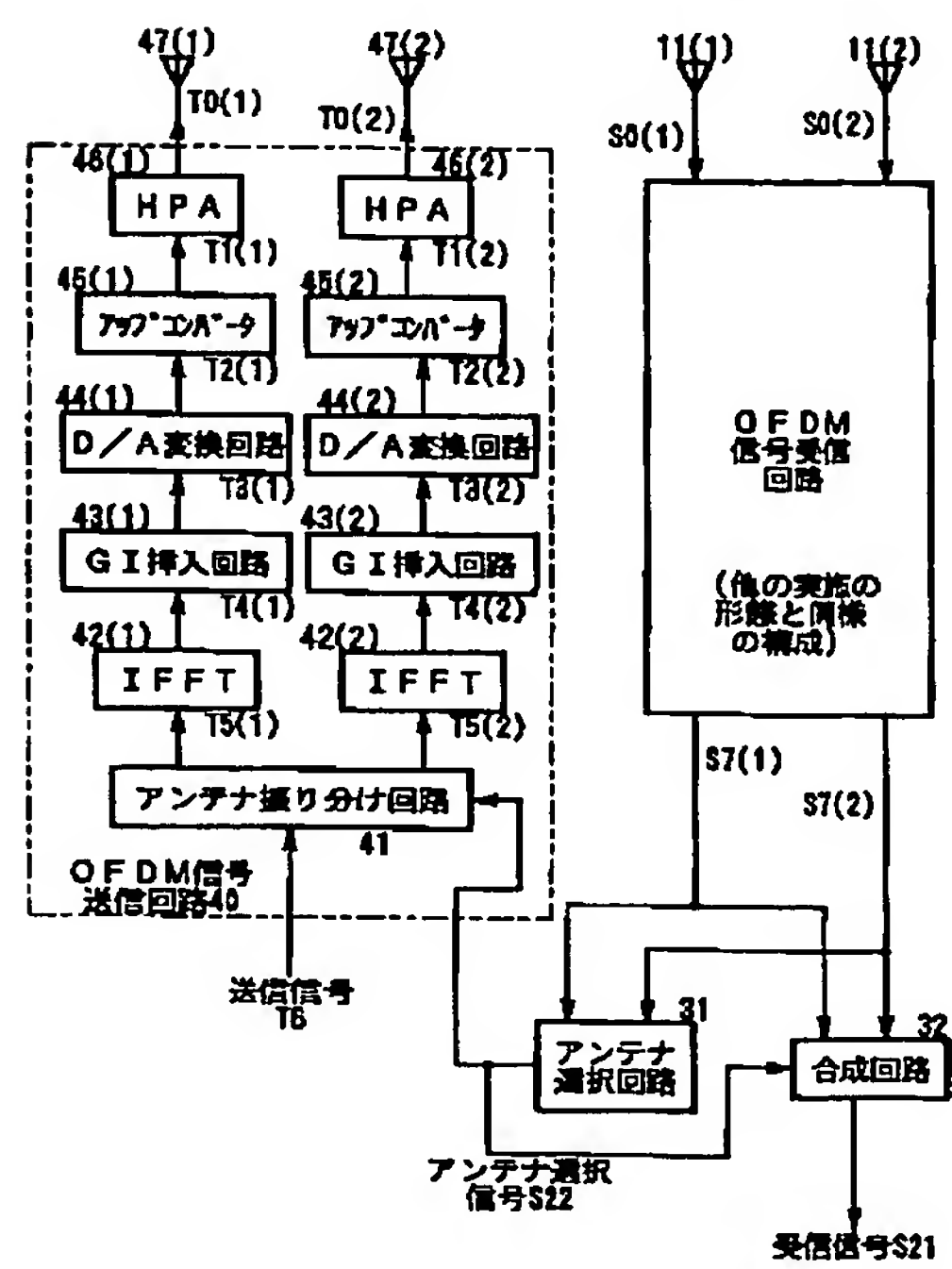
【図3】

第3の実施の形態のOFDM信号受信回路の構成

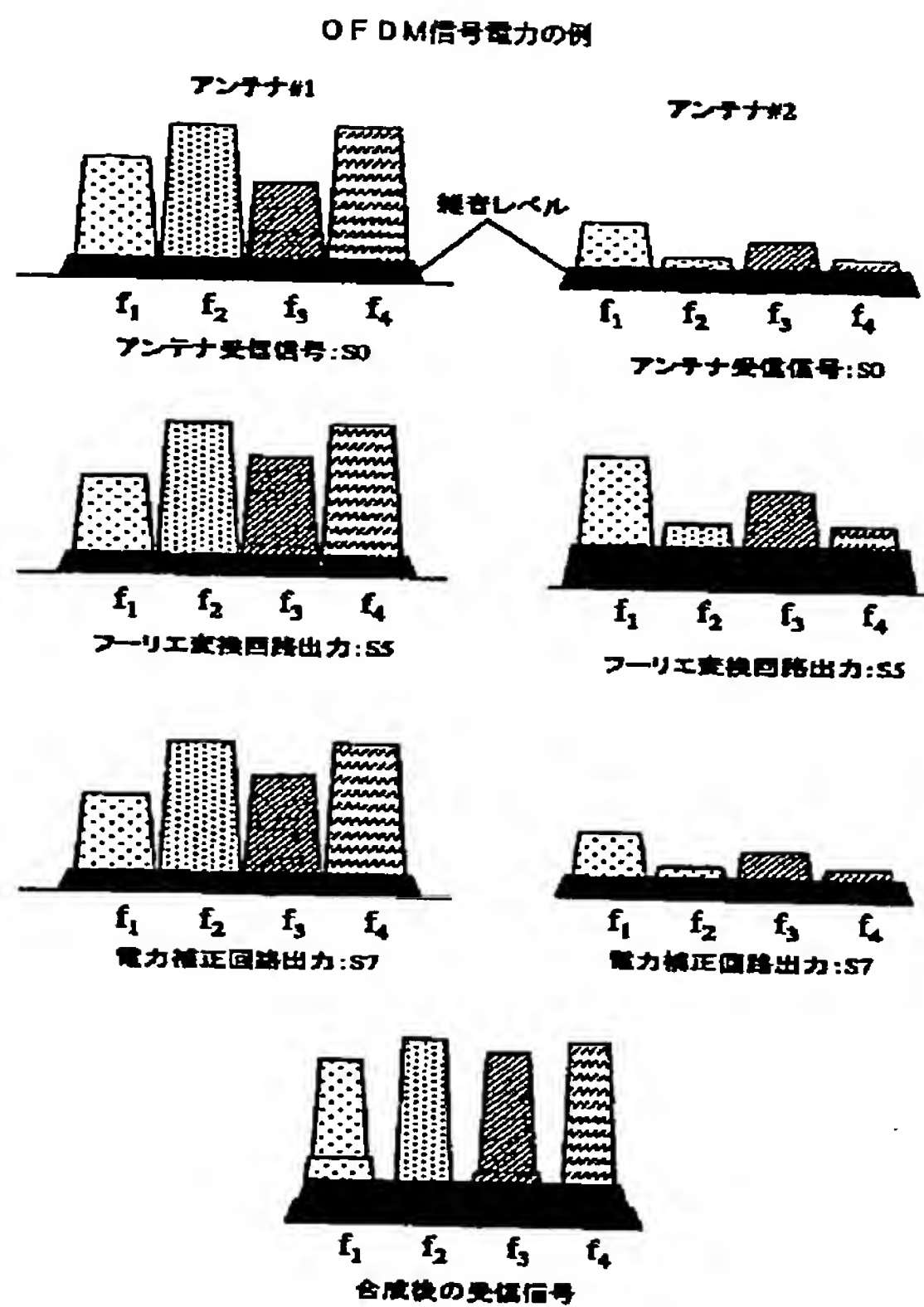


【図4】

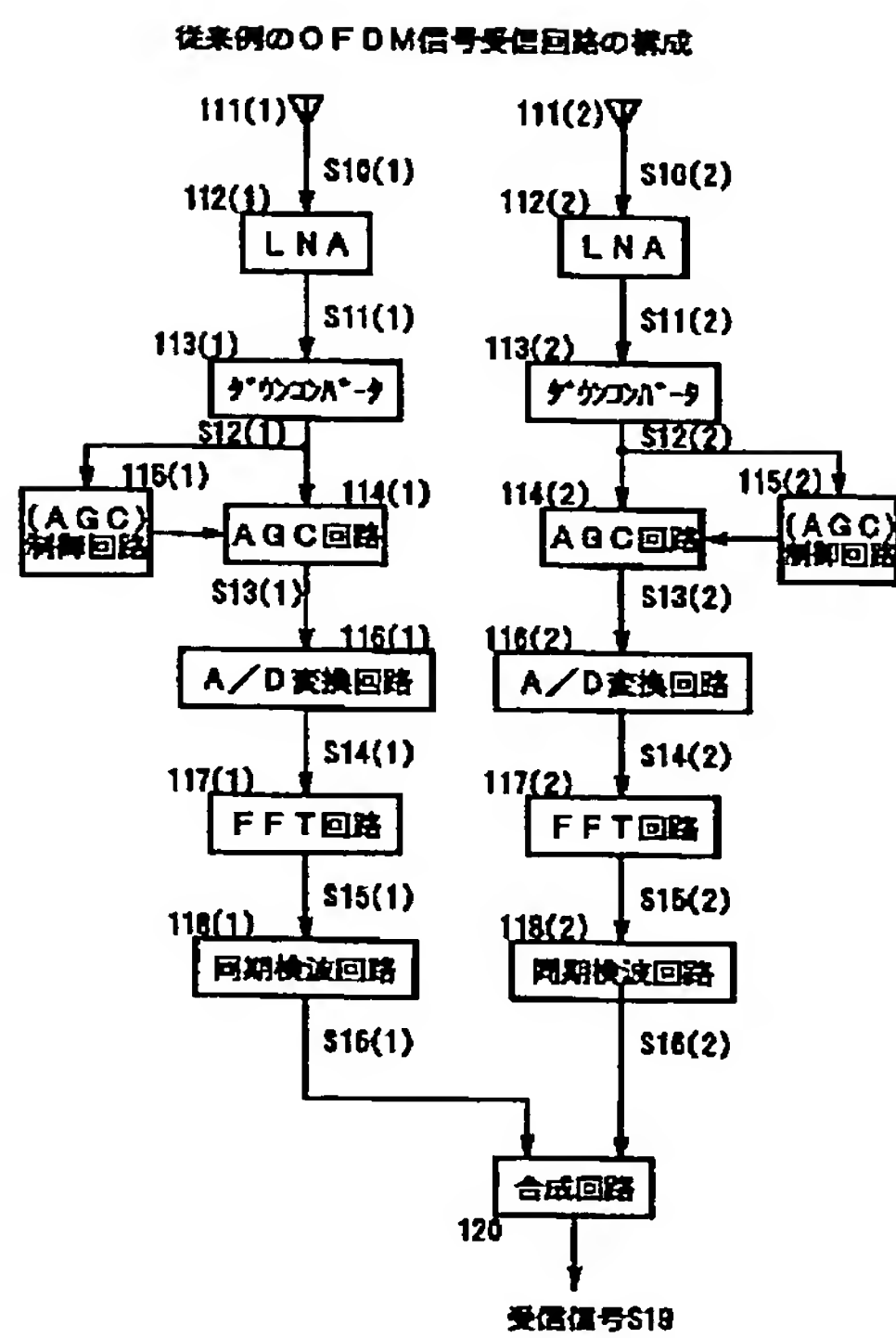
第4の実施の形態のOFDM信号送受信回路の構成



【図5】



【図6】



フロントページの続き

(72)発明者 北條 博史
東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日
本電信電話株式会社内

(72)発明者 太田 厚
東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日
本電信電話株式会社内
Fターム(参考) 5K022 DD01 DD33 DD34